

ВЛИЯНИЕ ТОЛЩИНЫ НА ОПТИЧЕСКОЕ ПРОПУСКАНИЕ И ПОВЕРХНОСТНОЕ СОПРОТИВЛЕНИЕ ТОНКИХ ПЛЕНОК ЗОЛОТА

Савченко С.С.*, Грязнов А.О., Вохминцев А.С., Вайнштейн И.А.

Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина,
г. Екатеринбург, Россия

*E-mail: s.s.savchenko5@gmail.com

THICKNESS EFFECT ON OPTICAL TRANSMISSION AND SURFACE RESISTANCE OF THIN GOLD FILMS

Savchenko S.S.*, Gryaznov A.O., Vokhmintsev A.S., Weinstein I.A.

Ural Federal University, Yekaterinburg, Russia

Transparent over a wide spectral range conductive Au coatings were formed on the quartz glass by magnetron sputtering. The layer thickness influence on the sample electrical and optical properties was studied. It is shown that the quartz glass with 10 nm coating is semitransparent at wavelength from 190 to 900 nm and has sheet resistance of 15.4 Ohm compared to that of the commercial ITO glass.

В настоящее время плёнки оксидов широко применяются в качестве оптически прозрачных проводящих покрытий для различных оптоэлектронных приложений: создание электродов для дисплеев, светодиодов, полупроводниковых лазеров и т.д. Наиболее распространёнными материалами такого рода являются допированный Al оксид цинка (AZO), допированный Sn оксид индия (ITO) и допированный Sb или F оксид олова (ATO и FTO). Поверхностное сопротивление таких покрытий может достигать 7 Ом при среднем пропускании $\approx 85\%$, однако они поглощают всё УФ излучение с длиной волны < 300 нм. Для оптоэлектронных устройств, работающих в этом диапазоне, перспективным представляется использование покрытий из благородных металлов. В связи с этим целью работы является исследование влияния толщины наноразмерных покрытий Au на их проводящие и оптические свойства.

Методом магнетронного распыления мишени Au в установке Q150T ES Quorum Technologies на поверхности кварцевого стекла толщиной 1 мм были сформированы золотые покрытия различных толщин (h): 10, 20 и 30 нм. Пропускание образцов регистрировалось при комнатной температуре с помощью спектрофотометра Shimadzu UV-2450 в диапазоне длин волн от 190 до 900 нм. Спектральная ширина щели и шаг сканирования составляли 2 и 0.1 нм соответственно.

Измерения поверхностного сопротивления ρ проводились четырехзондовым методом с помощью автоматизированного измерительного канала на основе

микрозондовой станции Cascade Microtech MPS 150, оригинального виртуального прибора «4Zond» и модульных приборов National Instruments: шасси PXIe – 1078, мультиметр PXIe – 4072 и SMU источник питания PXIe – 4143. Устанавливались следующие параметры измерений: линейное возрастание тока от 0 до 100 мкА с шагом 1мкА, межзондовое расстояние 1мм.

Коэффициенты пропускания T образцов были проанализированы в трёх спектральных диапазонах: 190 - 380 нм (UV), 380 – 740 нм (Vis) и 740 – 900 нм (IR). Максимальное значение T_{\max} составляет 66.7% для образца с толщиной покрытия 10 нм и находится в видимой области на длине волны 552 нм. При увеличении толщины T_{\max} уменьшается до 28.7 % и сдвигается на длину волны 516 нм в случае толщины 30 нм. Поверхностное сопротивление при этом уменьшается. Значения ρ и средняя величина коэффициента пропускания покрытий для каждого из рассматриваемых диапазонов в сравнении с данными для ИТО стекла приведены в Таблице.

Оптические и электрические свойства образцов

h, нм	λ_{\max} , нм	T, %			$\rho, \pm 0.06 \text{ Ом}$
		UV	Vis	NIR	
30	516	11.9	20.1	8.7	5.36
20	530	23.4	35.5	20.8	7.39
10	552	44.4	59.8	49.1	15.43
ИТО стекло	466	20.4*	85.3	84.2	13.94

* данные приведены для $\lambda > 290$ нм

Таким образом, исследованы спектры пропускания и поверхностные сопротивления покрытий Au в диапазоне толщин от 10 до 30 нм. Показано, что кварцевое стекло с напылением 10 нм является полупрозрачным в широком диапазоне длин волн от 190 до 900 нм и обладает поверхностным сопротивлением, сравнимым с коммерческим ИТО стеклом. Описанные прозрачные проводящие контакты могут успешно применяться в приложениях оптоэлектроники для УФ-диапазона.